INSO
19803
1st.Edition
2013

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۹۸۰۳
چاپ اول
۱۳۹۲

هوای محیط – اندازه گیری شاخص دود سیاه

Ambient air - Determination of a black smoke index

ICS: 13.040.20

بنام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[۱] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[۲] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[۳] است و به عنوان تنها رابط[۴] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[۵] در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه-بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات آزمون گردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است .

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
« هوای محیط – اندازه‌گیری شاخص دود سیاه»

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
گودرزی، .غلامرضا (دکتری مهندسی بهداشت محیط- آلودگی هوا)	هیات علمی دانشگاه جندی شاپور
دبیر:	
قمی، متینه (فوق لیسانس شیمی)	کارشناس شرکت زرگستر روبینا
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
جنتی، زهرا (فوق لیسانس شیمی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان خوزستان
چراغی، حسین (فوق‌لیسانس مهندسی مواد)	کارشناس اداره کل استاندارد استان خوزستان
حاتمی، امیر (دکتری شیمی)	مدیرعامل شرکت پرشیا پژوهش شریف
خدابخش‌نژاد، فرزانه (فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)	کارشناس گروه ملی صنعتی فولاد ایران
خوشنام، فرزانه (دکتری شیمی)	معاون استانداردسازی و آموزش اداره کل استاندارد استان خوزستان
دایی، مینا ((فوق لیسانس شیمی)	کارشناس اداره کل استاندارد استان خوزستان
زمان، بهجت (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	هیات علمی جهاد دانشگاهی خوزستان
صفدری، فرهاد (فوق لیسانس مهندسی بهداشت محیط)	کارشناس آلودگی هوا معاونت بهداشت دانشگاه جندی شاپور

گل محمدی قانع، حامد (فوق لیسانس شیمی)	هیات علمی جهاد دانشگاهی خوزستان
مکوندی، علی (فوق لیسانس شیمی)	کارشناس شرکت خوزستان پـژوهش گسـتر بردیا
نقدی، تینا (فوق لیسانس شیمی)	کارشناس شرکت زرگستر روبینا
نجفی، زینب (فوق لیسانس شیمی)	کارشناس شرکت پرشیا پژوهش شریف

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد ج
پیش گفتار و
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ تعاریف و اصطلاحات ۱
۴ اصول آزمون ۱
۵ وسایل ۲
۶ روش انجام آزمون ۴
۷ بیان نتایج ۵
۸ گزارش آزمون ۷
پیوست الف (اطلاعاتی) تبدیل ضریب جذب به واحدهای رایج دود سیاه ۸

پیش گفتار

استاندارد " هوای محیط - اندازه‌گیری شاخص دود سیاه" که پیش نویس آن درکمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در دومین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۲/۰۶/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 9835: 1993, Ambient air - Determination of a black smoke index

هوای محیط- اندازه‌گیری شاخص دود سیاه

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری شاخص دود سیاه یک نمونه هوای محیط آزاد است. این روش بر اساس اثر لکه[1] ذراتی است که هنگام عبور یک نمونه هوا از میان یک کاغذ صافی تولید می‌شود.

این استاندارد برای اندازه‌گیری شاخص دود سیاه در گستره ۶ تا ۳۷۵ در اتمسفر محیط کاربرد دارد.

این استاندارد بر اساس اندازه‌گیری بازتاب است و مستقیماً غلظت جوی ذرات را اندازه گیری نمی‌کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است . بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود .

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد ، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست . در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است .

استفاده از مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۷۷۷ سال ۱۳۸۷، فیلترهای هوا با راندمان بالا (هپا و اولپا)

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاح و تعریف زیر به‌کار می‌رود:

۱-۳

دود سیاه

ماده ریز و شدیداً جاذب نور که در اتمسفر محیط معلق شده است.

یادآوری- جزء اصلی دود سیاه ذرات دوده است. یعنی، ذارت حاوی کربن به شکل عنصری هستند.

۴ اصول آزمون

هوا از میان یک کاغذ صافی عبور داده می‌شود و بازتاب لکه تولید شده اندازه‌گیری می‌شود. در صورتی‌که فرض شود نور بازتابیده از سطح کاغذ صافی دوباره از میان لایه ذرات جاذب نور عبور کرده، بازتاب ازسطح صافی مشابه با جذب نور توسط ذرات معلق شده در هوا مطابق با رابطه (۱) است

$$R = R_0 \, exp(\frac{-2\,aV}{A}) \qquad (1)$$

که در آن :

1- Staining effect

R شدت نور بازتابیده از سطح یک کاغذ لکه‌دار شده؛

R_0 شدت نور بازتابیده از سطح یک کاغذ تمیز؛

A مساحت لکه روی کاغذ صافی بر حسب متر مربع؛

V حجم نمونه برداری شده بر حسب متر مکعب؛

a ضریب جذب برحسب معکوس متر.

بنابراین، رابطه (۱) به‌صورت رابطه (۲) نوآرایی می‌شود.

$$a = \frac{A}{2V} \times \mathrm{Ln}\left(\frac{R_0}{R}\right) \qquad (۲)$$

روش مشخص شده در این استاندارد برای اندازه‌گیری ضریب جذب برای هرنوع ماده صافی کاربرد دارد، اما تبدیل ضریب جذب یا ضریب خاموشی به آنچه که به‌وسیله قرارداد به عنوان شاخص دود سیاه معروف است، کاملاً یک عملکرد اختیاری است که با ارجاع به جدول‌ها یا منحنی‌ها انجام می‌شود. برای توضیحات بیشتر پیوست الف را ببینید.

۵ وسایل

از وسایل معمول آزمایشگاهی به‌همراه وسایل زیر استفاده کنید.

۵–۱ دستگاه نمونه‌برداری، نمونه بردار باید برای کار روزانه طراحی شده یا برای کار پیوسته از نوع خودکار باشد. نمودار جریان آرایش‌های جایگزین دستگاه نمونه‌برداری در شکل ۱ نشان داده شده است. جزییات تجهیزات نمونه‌برداری در بندهای ۴-۱-۱ تا ۴-۱-۶ ارایه شده است.

۵-۱-۱ ورودی هوا، یک قیف مخروطی ساخته شده از پلی وینیل کلرید با قطر ۳۰ mm تا ۵۰ mm. قیف باید به‌طور عمودی با دهانه رو به پایین در ارتفاع حداقل ۲٫۵ m و حداکثر ۵ m بالای زمین سوار شود. راه ورودی باید حداقل به اندازه ۱ m به‌طور عمودی با فاصله از هر دیوار خارجی قرار بگیرد.

۵-۱-۲ لوله اتصال، ساخته شده از پلی وینیل کلرید با قطر داخلی ۸ mm ± ۱ mm و حداکثر طول ۶ m. در صورت امکان باید از زانویی‌ها اجتناب کرد اما درصورت اجتناب ناپذیر بودن، زانویی باید شعاع بیش‌تر از ۵۰ mm داشته باشند.

۵-۱-۳ واحد صافی، نگه‌دارنده صافی باید از یک ماده بی‌اثر از لحاظ شیمیایی و رسانا از لحاظ الکتریکی (نسبت به اتمسفر احتمالی مورد نظر) ساخته شود. مساحت روزنه باید ٪ ۵ ± ۵ cm^2 باشد. نشتی از میان صافی و شیرها (درصورت استفاده) نباید بیش از ٪ ۲ نرخ جریان کل باشد. نگه‌دارنده صافی باید از طرحی باشد که در یک لایه ذره هموژن بر روی سطح محیط صافی فراهم کند. همگنی لایه ذره می‌تواند به‌وسیله اندازه‌گیری بازتاب در چندین نقطه از میان قطر لکه بررسی شود که به‌وسیله ذرات نمونه‌برداری استفاده شده در نگه‌دارنده صافی تولید می‌شود.

۵-۱-۴ ماده صافی، ماده صافی باید تا حد امکان دارای بازده جمع‌آوری نزدیک به ٪ ۱۰۰ در گستره اندازه ذره ۰٫۱ میکرون تا ۵ میکرون باشد. تغییرات در بازتاب عبوری از کل مساحت سطح نباید بیش از یک واحد بازتاب باشد. به‌علاوه ماده صافی باید برای نرخ جریان $\mathbf{m^3/d}$ ۲ مناسب باشد.

یادآوری- بازتاب صافی‌های استفاده نشده ممکن است از یک مجموعه به یک مجموعه دیگر متفاوت باشد و بنابراین بررسی و تنظیم تغییرپذیری صافی‌ها قبل از استفاده ضروری است.

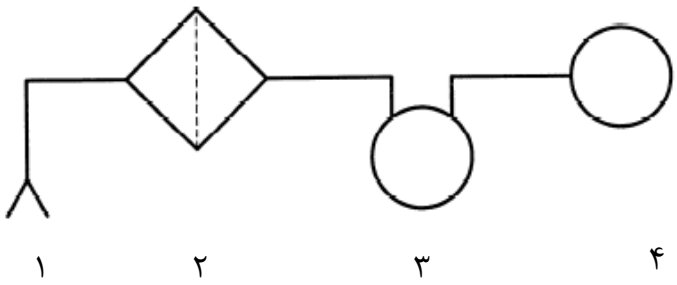
۵-۱-۵ پمپ نمونه‌برداری، قادر به تامین هوا با نرخ‌هایی تا $\mathbf{l/min}$ ۲ هنگامی‌که صافی در مسیر قرار دارد. درصورت استفاده از یک پمپ غشایی، ۰٫۲ حجم تعادل باید جهت به حداقل رساندن نوسانات فشار وارد شود. پمپ قبل از جریان‌سنج یا حجم منبع قرار می‌گیرد (شکل ۱ را ببینید).

۵-۱-۶ اندازه‌گیری حجم و کنترل نرخ جریان، شامل یک نمونه‌بردار مجهز شده با یک تنظیم کننده جریان که قادر به نگه‌داری ثابت نرخ جریان در حدود ٪ ۵ ± جریان اندازه‌گیری شده است. حجم نمونه‌برداری شده را به یکی از روش‌های زیر اندازه‌گیری کنید.

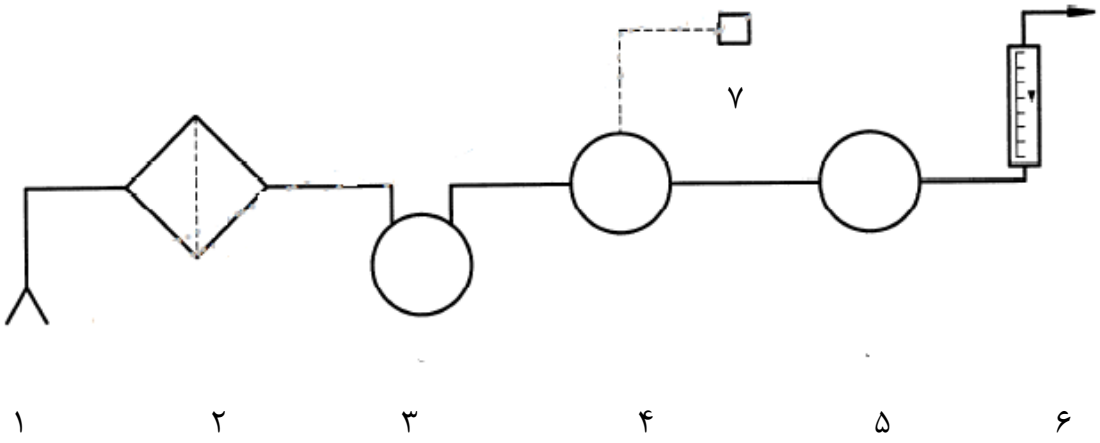
۵-۱-۶-۱ زمان سپری شده را یادداشت کرده و حجم نمونه‌برداری تحت کنترل تنظیم کننده جریان را محاسبه کنید.

۵-۱-۶-۲ حجم را مستقیماً از یک گاز سنج خشک با درستی حداقل ٪ ۵ حجم اندازه‌گیری قرایت کنید (نرخ جریان نمونه‌برداری باید حداقل $\boldsymbol{m^3/d}$ ۰٫۲ ± $\mathbf{m^3/d}$ ۲ باشد).

۵-۲ بازتاب‌سنج، شامل یک منبع نور و آشکارساز و دارای یک قرایت دیجیتالی یا آنالوگ از نوع بازتابندگی درصدی (مقیاس خطی: ٪ ۰ تا ٪ ۱۰۰ بازتابندگی) یا نوع ضریب خاموشی (مقیاس لگاریتمی: صفر تا بی‌نهایت) نقاط بر روی نمودار دانسیته در حدود نشان داده شده در شکل ۲ باشند. دستگاه‌های طراحی شده مطابق تجهیزات ذکر شده در این بند باید قادر به اندازه‌گیری ضریب جذب با دقت بهتر از ٪ ۵ بیش از ضرایب $1 \times 10^{-5}\ m^{-1}$ در این ضریب جذب‌ها باشد.



الف- حالت ۱



ب- حالت ۲

راهنما:

۱ ورودی هوا
۲ گیره صافی
۳ پمپ نمونه‌برداری
۴ گازسنج خشک
۵ تنظیم‌کننده جریان
۶ جریان‌سنج سطح متغیر
۷ زمان‌سنج سپری شده

شکل ۱- آزمون‌های نمونه‌برداری جایگزین برای اندازه‌گیری دود سیاه

۶ روش انجام آزمون

۶-۱ نمونه‌برداری

مسیر نمونه‌برداری را به ترتیب نشان داده شده در شکل ۱ با استفاده از لوله اتصال مشخص شده (بند ۴-۱-۲) برای همه اتصالات سوار کنید. یک ورق تمیز از کاغذ صافی (بند ۴-۱-۴) را در واحد صافی قرار دهید. اگر دو سمت کاغذ بافت یکسانی ندارند، کاغذ را به‌گونه‌ای قرار دهید که ماده ریز معلق بر روی سطح نرم‌تر جمع‌آوری شود.

واحد صافی (بند ۴-۱-۲) را مطابق دستورکار سازنده سوار کنید. دستگاه سوار شده را از نظر نشتی بررسی کنید. قرایت اولیه گازسنج (درصورت مجهز بودن) را یادداشت کنید.

پمپ نمونه‌برداری (بند ۴-۱-۵) را روشن کنید، سرعت نمونه برداری را در (۲ m^3/d) ۱٫۴ l/min تنظیم کرده و زمان شروع را یادداشت کنید. به مدت ۲۴ ساعت نمونه‌برداری کنید.

در انتهای دوره نمونه‌برداری، نرخ جریان و زمان را یادداشت کنید، پمپ نمونه‌برداری را خاموش کرده و قرایت پایانی گازسنج خشک (درصورت مجهز بودن) و دوره نمونه‌برداری را با تقریب ساعت و دقیقه یادداشت کنید. حجم نمونه‌برداری شده را بر حسب متر مکعب با استفاده از نرخ جریان و مدت نمونه یا با استفاده از قرایت‌های گازسنج خشک محاسبه کنید (بند ۴-۱-۶ را ببینید).

۶-۲ کالیبراسیون بازتاب‌سنج، بازتاب‌سنج را مطابق دستورکار سازنده کالیبره کنید.

۶-۳ اندازه‌گیری بازتاب لکه‌های دود

۶-۳-۱ بازتاب‌سنج را حداقل یک بار در ماه مطابق روش‌کار بند ۵-۲ کالیبره کنید.

۶-۳-۲ بازتاب‌سنج را در ٪ ۱۰۰ بازتابندگی (جذب صفر) روی یک کاغذ صافی تمیز مطابق دستور-کارهای سازنده بازتاب‌سنج تنظیم کنید.

۶-۳-۳ کاغذ صافی تمیز را با یک کاغذ صافی استفاده شده جایگزین کنید (بند ۵-۱ را ببینید). بازتابندگی را مطلبق دستورکارهای سازنده اندازه‌گیری کرده و قرایت بازتاب‌سنج را(که کم‌تر از ٪ ۱۰۰ بازتابندگی یا بیش‌تر از جذب صفر است) یادداشت کنید. بازتابندگی‌های اندازه‌گیری شده باید در گستره ٪۳۵ تا ٪ ۹۵ بازتابندگی مشابه با گستره $۰/۶۴ \times ۱۰^{-۵}$ تا $۱۳/۱۳ \times ۱۰^{-۵}$ برای ضریب جذب قرار بگیرد.

۶-۳-۴ تنظیم ٪ ۱۰۰ بازتاب‌سنج را روی یک کاغذ صافی تمیز در فواصل زمانی مکرر برای مثال حداقل پس از هر ۱۰ لکه دود بررسی کنید و در صورت لزوم دوباره تنظیم کنید.

۷ بیان نتایج

۷-۱ محاسبات

ضریب جذب، a، برحسب متر معکوس را با استفاده از رابطه ۳ محاسبه کنید.

$$a = \frac{A}{2V} \times \ln\left(\frac{R_0}{R}\right) \qquad (۲)$$

که در آن :

R بازتابندگی کاغذ لکه‌دار شده، برحسب درصد R_0؛

R_0 بازتابندگی کاغذ مرجع تمیز (مقدار ۱۰۰ بر اساس تعریف)؛

A مساحت رنگ روی کاغذ صافی بر حسب متر مربع؛

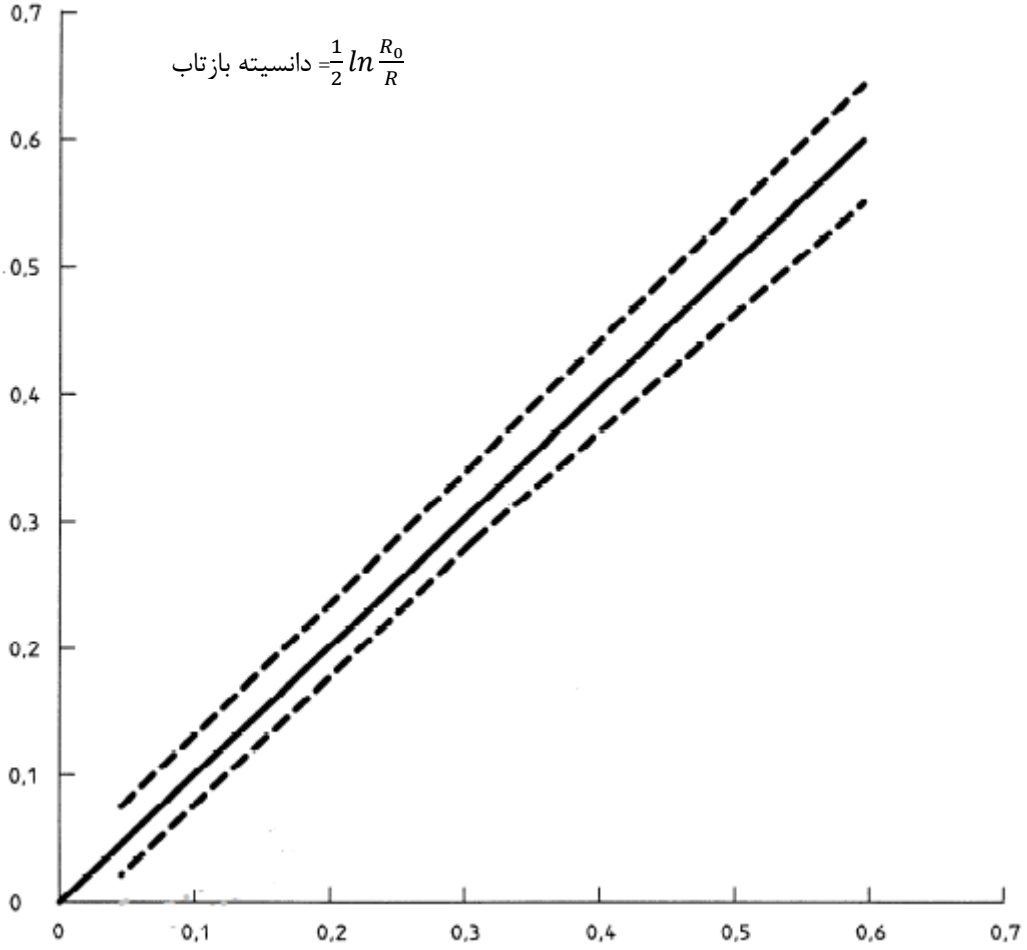
V حجم نمونه برداری شده بر حسب متر مکعب؛

ضریب جذب را تا اولین رقم اعشار گزارش کنید.

یادآوری ۳ – جدول الف–۱ ممکن است برای تبدیل ضریب جذب، a، به شاخص دود سیاه در مسیر با روش‌های مرجع کمیته اقتصادی اروپا EEC[1] یا سازمان همکاری اقتصاد و توسعه (OECD[2]) استفاده شود.

1 -European Economic Community

2- Organization for Economic Co-Operation and Development



شکل ۲- پاسخ بازتاب‌سنج

۲-۷ دقت و درستی

بازتابندگی رنگ‌های صافی می‌تواند با اطمینان ٪ ۹۵ تا واحد بازتابندگی یک قرایت شود. حدود اطمینان حاصل برای ضریب جذب ،a ، در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱-حدود اطمینان برای ضرایب جذب

بازتابندگی، R، ٪	$a \times 10^{-5}$ [a]	حدود اطمینان	
		Δb	%b
۹۵	۰٫۶۵	۰٫۱۳	۲۰٫۳
۸۰	۲٫۸۳	۰٫۱۶	۵٫۸
۷۰	۴٫۵۲	۰٫۱۸	۴٫۰
۶۰	۶٫۴۷	۰٫۲۱	۳٫۳
۵۰	۸٫۷۸	۰٫۲۵	۲٫۹
۴۰	۱۱٫۶۱	۰٫۳۱	۲٫۷
۳۶	۱۲٫۹۴	۰٫۳۵	۲٫۷

[a] برای $A = 5.07 \times 10^{-4} m^2$ و $V = 2m^3$

۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد :

۸-۱ روش انجام آزمون مطابق با این استاندارد ملی؛

۸-۲ تمام اطلاعات لازم برای شناسایی کامل نمونه هوا شامل تاریخ، زمان و محل؛

۸-۳ نوع کاغذ صافی یا بازتاب‌سنج مورد استفاده؛

۸-۴ نتایج به‌دست آمده شامل حجم نمونه‌برداری شده، مدت نمونه، نرخ جریان و بازتابندگی اندازه-گیری شده (یا جذب)؛

۸-۵ هرگونه مورد غیرعادی مشاهده شده در طی اندازه‌گیری؛

۸-۶ هرنوع عملیات انجام شده که در این استاندارد مشخص نشده؛

۸-۷ محل هرنوع منبع دود سیاه نزدیک به نمونه‌بردار که ممکن است در نتایج سهیم باشد؛

۸-۸ هرگونه اطلاعات دیگر مربوط به روش.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

تبدیل ضریب جذب به واحدهای رایج دود سیاه

الف-۱ تئوری اولیه

برای مواد خالص، ارتباط بین مقدار جذب نور و عمق یا ضخامت ماده جاذبی به‌وسیله قانون لامبرت ارایه شده است. این قانون بیان می‌کند که کسرهای یکسانی از تابش برخوردی به‌وسیله لایه‌های متوالی از ضخامت‌های یکسان ماده جاذب نور جذب می‌شوند. این امر به‌طور ریاضی از رابطه االف – ۱ نشان داده شده است.

$$I = I_0 \times exp\ (- al) \qquad \text{(الف - ۱)}$$

که در آن :

I_0 شدن نور برخوردی؛

I شدت پس از عبور از میان cm ۱ از ماده ارایه شده؛

a ضریب جذب که مشخصه ماده ویژه است؛

l ضخامت ماده جاذب.

ضریب جذب ،a ، مربوط به نور یک طول موج خاص است و مقدار آن با طول مرجع تابش جذب شده تغییر می‌کند. بنابراین، رابطه الف-۱ عبور و جذب تابش تکفام در یک محیط خاص را نشان می‌دهد.

الف-۲ تئوری اندازه‌گیری بازتابندگی

درطی نمونه‌برداری، هوا از میان یک محیط صافی عبور کرده و ذرات جمع‌آوری شده یک لکه را روی سطح کاغذ صافی تولید می‌کند. واضح است که اکثر مواد صافی مانعی را در برابر تابش نشان می‌دهند، بنابراین هیچ عبور نوری نمی‌تواند وجود داشته باشد و ضروری است که بازتابندگی اندازه‌گیری شود. بنابراین با به‌کارگیری قانون لامبرت (رابطه الف –۱ را ببینید) لازم است فرض کنید که سطح ماده صافی قرارگرفته در زیر رسوب به‌عنوان یک آینه کامل عمل می‌کند و بنابراین تابش از میان لایه جاذب دوباره عبور می‌کند.

قدرت ایجاد لکه ذرات ریز بر روی سطح به‌وسیله مقایسه سطح لکه‌دار شده با یک سطح سیاه استفاده نشده اندازه‌گیری می‌شود. شدت تابش برخوردی، I_0 ، و تابش عبوری، I ، را می‌توان با R_0 و R جایگزین کرد. با این فرض که بازتابندگی، R_0، ماده صافی استفاده نشده مشابه با تابش برخوردی است که عملا اندازه‌گیری نشده است. در واقع تفاوت بین تابش برخوردی و تابش بازتابیده شده به‌دلیل پراکندگی است که می‌توان فرض کرد برای هر دوی کاغذهای صافی استفاده شده و سیاه نشده یکسان باشد و بنابراین عبارات اندازه‌گیری بازتابندگی حذف شود.

ضخامت، l، لایه جاذب را می‌توان از رابطه الف-۲ به‌دست آورد.

$$l = \frac{V}{A} \qquad \text{(الف - ۲)}$$

که در آن :

V حجم هوای نمونه برداری شده بر حسب متر مکعب؛

A مساحت رنگ روی محیط صافی بر حسب متر مربع.

بنابراین قانون لامبرت را می‌توان برای اندازه‌گیری بازتابندگی طبق رابطه الف - ۳ به‌دست آورد.

$$R = R_0 \, exp(\frac{-2\,aV}{A}) \qquad \text{(الف - ۳)}$$

که در آن :

a ضریب جذب بر حسب متر معکوس است.

بنابراین، از نوآرایی رابطه الف – ۳، رابطه الف – ۴ به‌دست می‌آید.

$$a = \frac{A}{2V} \times ln\,(\frac{R_0}{R}) \qquad \text{(الف - ۴)}$$

این اصل، اندازه‌گیری بازتابندگی را به دقت تحت شرایط کنترل شده امکان‌پذیر می‌کند.

الف-۳- بازتابندگی و اندازه‌گیری دود سیاه

مفهوم دود سیاه به‌مدت چندین سال به‌عنوان یک نتیجه روش استاندارد منتشر شده توسط OECD در سال ۱۹۶۳ استفاده شده است. یک منحنی کالیبراسیون برای تبدیل اندازه‌گیری‌های بازتابندگی به میکروگرم بر سانتی متر مربع دود سیاه تهیه شده که می‌تواند پس از آن به غلظت دود سیاه تبدیل شود. چون ارتباط بین واحدهای غلظت، وزن سنجی و بازتابندگی می‌تواند از مکانی به مکان دیگر در هر یک از مکان‌ها با زمان تغییر کند، واضح است که هیچ رابطه کلی معناداری نمی‌توان به‌دست آورد. بنابراین استفاده از واحدهای وزن‌سنجی منجر به آشفتگی قابل توجه اندازه‌گیری‌های دود سیاه با نتایج حاصل از روش‌های وزن سنجی می‌شود که جرم ماده ریز معلق در یک واحد حجم هوا را اندازه‌گیری می‌کند.

بنابراین شاخص دود سیاه معیاری از آلودگی یا توانایی ایجاد لکه اتمسفر است.

روش مرجع دود سیاه EEC و روش OECD از هرکدام که به‌دست آید، از کاغذهای صافی واتمن شماره ۱ و بازتاب سنج لکه دود استفاده می‌کند. بازتاب‌سنج EEC لکه سفید را به‌کار می‌برد و کارآیی کاغذهای صافی شماره ۱ بسیار کم است. بنابراین ارتباط بین ضریب جذب و بازتابندگی از وضعیت ایده‌آل نشان داده شده به‌وسیله رابطه الف-۴ به‌دست می‌آید.

وضعیت ایده‌آل فقط هنگامی وجود دارد که:

الف- نور تکفام استفاده شود.

ب- ماده ریز روی سطح محیط صافی جمع‌آوری شود.

وقتی که از کاغذهای صافی واتمن شماره ۱ استفاده می‌شود، ذرات به‌طور عمیق به درون کاغذ نفوذ کرده و برخی کاملا از میان آن عبور می‌کنند. تحت این شرایط، رابطه (الف-۴) با رابطه (الف-۵) تقریب زده می‌شوند.

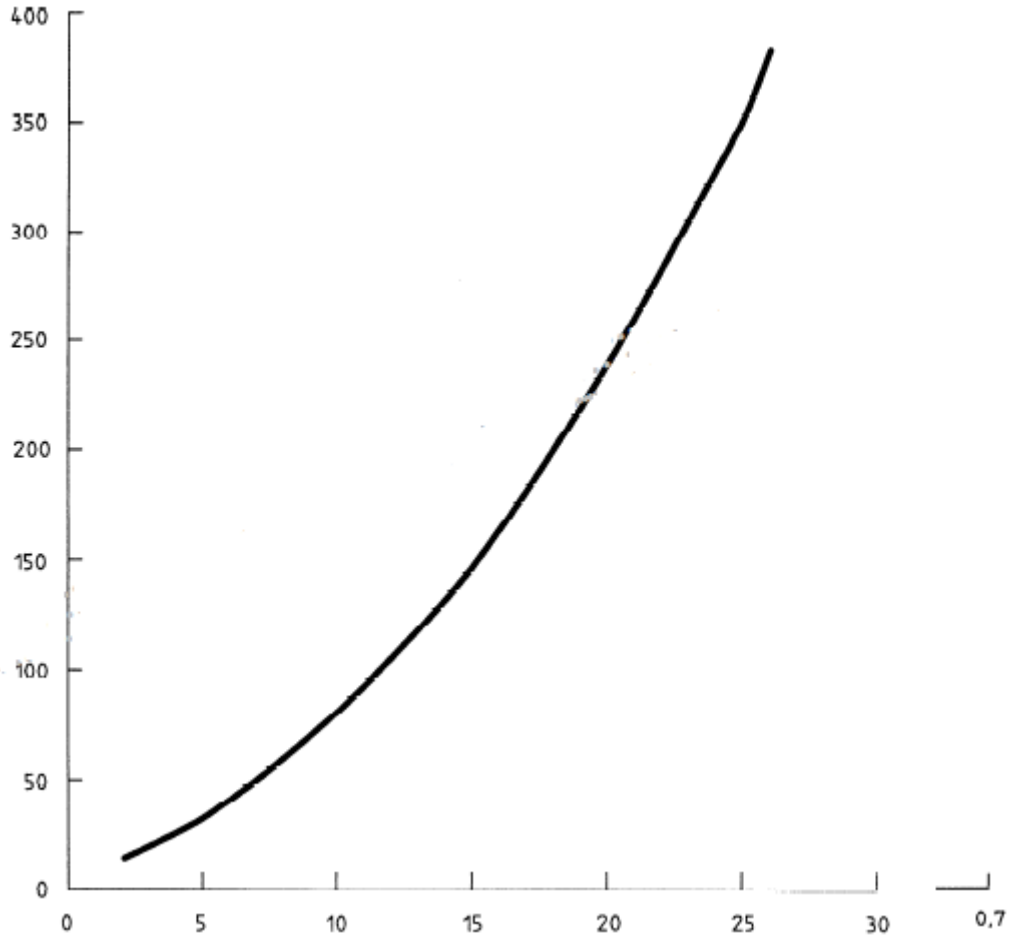
$$a_1 = \frac{A}{V} \times ln\,(\frac{R_0}{R}) \qquad \text{(الف - ۵)}$$

بنابراین ضریب جذب تئوری، a، (رابطه الف – ۴) به‌صورت تعیین شده در روش استاندارد به ضریب جذب اصلاح شده، a_1، (رابطه الف – ۵) به رابطه زیر ارتباط داده می‌شود.

$$a_1 = 2a \qquad \text{(الف - ۶)}$$

تبدیل ضریب جذب به آن‌چه شاخص دود سیاه معروف است، یک عملکرد کاملاً اختیاری است که با ارجاع به جدول‌ها یا منحنی‌ها انجام می‌شود. ضریب جذب به‌تنهایی ضریبی از دود سیاه است و تبدیل به غلظت

دود سیاه رایج می‌تواند با ارجاع به منحنی کالیبراسیون شکل الف-۱ انجام شود و داده‌های جزیی برای تبدیل در جدول الف-۱ ارایه شده است. داده‌ها به اندازه‌گیری‌های به‌دست آمده با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ و بازتاب‌سنج رنگ-دود نوع EEL ۴۳ ارتباط دارد. اندازه‌گیری‌ها ممکن است با استفاده از ترکیب بازتاب‌سنج و کاغذ صافی‌های دیگر به‌دست آید اما ارتباط این داده‌ها مستقیماً به داده‌های EEC و OECD با استفاده از منحنی کالیبراسیون شکل الف-۱ امکان‌پذیر نیست.



شکل الف-۱-منحنی کالیبراسیون دود سیاه

جدول الف-۱- ضریب جذب و شاخص دود سیاه

$a\times10^{-5}$ [a]	I [b]	$a\times10^{-5}$ [a]	I [b]
۱٫۲۸	۶٫۲	۶٫۸۶	۴۷٫۰
۱٫۴۱	۶٫۹	۷٫۰۳	۴۸٫۵
۱٫۵۵	۷٫۶	۷٫۱۹	۵۰٫۰
۱٫۶۸	۸٫۴	۷٫۳۶	۵۱٫۵
۱٫۸۱	۹٫۲	۷٫۵۳	۵۳٫۱
۱٫۹۵	۱۰٫۰	۷٫۷۰	۵۴٫۷
۲٫۰۸	۱۰٫۸	۷٫۸۷	۵۶٫۴
۲٫۲۲	۱۱٫۷	۸٫۰۴	۵۸٫۰
۲٫۳۶	۱۲٫۵	۸٫۲۱	۵۹٫۷
۲٫۵۰	۱۳٫۴	۸٫۳۹	۶۱٫۵
۲٫۶۳	۱۴٫۳	۸٫۵۶	۶۳٫۲
۲٫۷۷	۱۵٫۲	۸٫۷۴	۶۵٫۰
۲٫۹۱	۱۶٫۱	۸٫۹۲	۶۶٫۹
۳٫۰۵	۱۷٫۱	۹٫۱۰	۶۸٫۷
۳٫۲۰	۱۸٫۰	۹٫۲۸	۷۰٫۶
۳٫۳۴	۱۹٫۰	۹٫۴۶	۷۲٫۶
۳٫۴۸	۲۰٫۰	۹٫۶۴	۷۴٫۶
۳٫۶۳	۲۱٫۰	۹٫۸۳	۷۶٫۶
۳٫۷۷	۲۲٫۰	۱۰٫۰۰	۷۸٫۷
۳٫۹۲	۲۳٫۱	۱۰٫۲۰	۸۰٫۸
۴٫۰۶	۲۴٫۲	۱۰٫۳۹	۸۲٫۹
۴٫۲۱	۲۵٫۳	۱۰٫۵۸	۸۵٫۱
۴٫۳۶	۲۶٫۴	۱۰٫۷۷	۸۷٫۴
۴٫۵۱	۲۷٫۵	۱۰٫۹۶	۸۹٫۷
۴٫۶۶	۲۸٫۶	۱۱٫۱۶	۹۲٫۰
۴٫۸۱	۲۹٫۸	۱۱٫۳۵	۹۴٫۴
۴٫۹۶	۳۱٫۰	۱۱٫۵۵	۹۶٫۸
۵٫۱۱	۳۲٫۲	۱۱٫۷۵	۹۹٫۳
۵٫۲۷	۳۳٫۴	۱۱٫۹۵	۱۰۱٫۹
۵٫۴۲	۳۴٫۷	۱۲٫۱۵	۱۰۴٫۵
۵٫۵۸	۳۶٫۰	۱۲٫۳۶	۱۰۷٫۱
۵٫۷۴	۳۷٫۳	۱۲٫۵۶	۱۰۹٫۸
۵٫۸۹	۳۸٫۶	۱۲٫۷۷	۱۱۲٫۶
۶٫۰۵	۳۹٫۹	۱۲٫۹۸	۱۱۵٫۵
۶٫۲۱	۴۱٫۳	۱۳٫۱۹	۱۱۸٫۳
۶٫۳۷	۴۲٫۷	۱۳٫۴۰	۱۲۱٫۳
۶٫۵۳	۴۴٫۱	۱۳٫۶۲	۱۲۴٫۳
۶٫۷۰	۴۵٫۵	۱۳٫۸۳	۱۲٫۴

ادامه جدول الف-۱

$a\times10^{-5}$ [a]	I [b]	$a\times10^{-5}$ [a]	I [b]
۱۴٫۰۵	۱۳۰٫۶	۲۰٫۵۲	۲۴۲٫۰
۱۴٫۲۷	۱۳۳٫۸	۲۰٫۸۱	۲۴۷٫۷
۱۴٫۵۰	۱۳۷٫۱	۲۱٫۱۰	۲۵۳٫۵
۱۴٫۷۲	۱۴۰٫۵	۲۱٫۳۹	۲۵۹٫۴
۱۴٫۹۵	۱۴۳٫۹	۲۱٫۶۹	۲۶۵٫۴
۱۵٫۴۰	۱۵۰٫۱	۲۱٫۹۹	۲۷۱٫۵
۱۵٫۱۷	۱۴۷٫۴	۲۲٫۲۹	۲۷۷٫۸
۱۵٫۶۴	۱۵۴٫۷	۲۲٫۶۰	۲۸۴٫۲
۱۵٫۸۷	۱۵۸٫۵	۲۲٫۹۱	۲۹۰٫۸
۱۶٫۱۱	۱۶۲٫۳	۲۳٫۲۲	۲۹۷٫۵
۱۶٫۳۵	۱۶۶٫۲	۲۳٫۵۴	۳۰۴٫۲
۱۶٫۵۹	۱۷۰٫۲	۲۳٫۸۶	۳۱۱٫۷
۱۶٫۸۳	۱۷۴٫۳	۲۴٫۱۹	۳۱۹٫۲
۱۷٫۰۸	۱۷۸٫۵	۲۴٫۵۲	۳۲۷٫۰
۱۷٫۳۳	۱۸۲٫۸	۲۴٫۸۶	۳۳۵٫۳
۱۷٫۵۸	۱۸۷٫۲	۲۵٫۲۰	۳۴۴٫۰
۱۷٫۸۳	۱۹۱٫۶	۲۵٫۵۴	۳۵۳٫۰
۱۸٫۰۹	۱۹۶٫۲	۲۵٫۸۹	۳۶۲٫۳
۱۸٫۳۵	۲۰۰٫۹	۲۶٫۲۵	۳۷۲٫۱
۱۸٫۶۱	۲۰۵٫۶		
۱۸٫۸۸	۲۱۰٫۵		
۱۹٫۱۴	۲۱۵٫۵		
۱۹٫۴۱	۲۲۰٫۶		
۱۹٫۶۹	۲۲۵٫۸		
۱۹٫۹۶	۲۳۱٫۱		
۲۰٫۲۴	۲۳۶٫۵		

[a] a، ضریب جذب برحسب معکوس متر است.

[b] I_{BS}، شاخص دود سیاه است.